

УДК 631.618 : 631.41: 631.48 + 633.3: 631.5

**В.А. Бурлака,**

Д.С.-Г.Н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**.В. Хом'як,**

К.Б.Н.

Житомирський державний університет ім. Івана Франка

## ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ПРИРОДНИХ КОРМОВИХ УГІДЬ ДО ПАСОВИЩНОЇ ДЕГРЕСІЇ

*У статті розглядаються фітоіндикаційну підходи до аналізу зв'язку між факторами середовища та стійкістю екосистем до пасовищної дигресії. Встановлено ряд закономірностей, які із одного боку дозволять прогнозувати розвиток пасовищ а із другого планувати заходи по підтриманні їх у стабільному стані.*

**Постановка проблеми короткий аналіз дослідження.** Незважаючи на інтенсивний розвиток технології годівлі тварин, під час якого виникають нові методики їхнього утримання, використання природних пасовищ не втрачає своєї актуальності. По перше, існує постійна потреба отримувати продукцію одержану в максимально наближених до природних умовах. Крім того, у багатьох випадках для України ще довго буде недоступним масове запровадження великих виробничих комплексів із постійним стаціонарним утриманням тварин. Це відбувається із багатьох причин, основні з яких соціально-економічні. Саме тому повсякчасно проявляється потреба у раціональному використанні природних пасовищ, незважаючи на те що тиск на них спадає через значне скорочення поголів'я. Останній процес приводить до виникнення нових векторів розвитку пасовища (трансформації лучних екосистем у деградовані лісові або чагарникові), які на рівні із пасовищною дигресією призводять до значного погіршення якості угідь. Із цієї причини питання стійкості пасовищ виглядає як набагато ширша проблема ніж проблема пасовищної дигресії.

Стійкість екосистем залежить від рівня коадаптації господарської діяльності людини та структури і функцій природної підсистеми. Іншими словами ефективне використання природної екосистеми залежить від максимальної енергетично ефективної реалізації можливостей екотопу (насамперед едафотопу та кліматотопу) живими організмами та збалансованим (у межах витривалості біотопу) антропогенним тиском. Отже, найкращим варіантом для природного пасовища буде не найпродуктивніший фітотоп а найстійкіший. Вірніше було б стверджувати, що найвигіднішою була б експлуатація пасовища із максимальною продуктивністю за максимальної стійкості.

Оскільки кожна екосистема є найефективнішим способом реалізована біотопом потенціальна можливість використання ресурсів екотопу, при максимально доступній у таких умовах стійкості, за високі показники останньої залежатимуть від адаптації біотопу до умов середовища. Це досягається за рахунок формування специфічного біоценозу із найбільш пристосованих до умов середовища угруповань. Завдяки цьому ми можемо використовувати таку коадаптацію для визначення стану екосистеми через фітоіндикацію. Із другого боку ми можемо встановити межі показників середовища (у тому числі антропогенних) в яких може існувати необхідна нам екосистема.

### **Мета та методи дослідження.**

Метою дослідження є встановлення параметрів факторів, які впливають на стійкість пасовищних екосистем. *Об'єктом дослідження* є екосистеми, що піддаються пасовищній дигресії розташовані на території Центрального полісся а *предметом дослідження* є видовий склад флори, та показники факторів середовища цих екосистем. Для розв'язання наведених вище задач нами використано ряд стандартних та оригінальних методів. У польових дослідженнях використано

загальноприйняті маршрутно-експедиційні та напівстаціонарні польові методи [6, 8]. Геоботанічні описи виконані за стандартною методикою [6, 16] на описових ділянках  $10 \times 10$  м для трав'янистої рослинності та  $25 \times 25$  м для лісової й чагарникової з урахуванням видимих меж природних фітоценозів. Рослинність, розміщену у вигляді вузьких смуг (прибережно-водну, балок, узлісь) описано на ділянках довжиною 10-15 м.

Класифікація рослинних угруповань здійснено за принципами флористичної класифікації рослинності Браун-Бланке [1, 6]. Перетворення масиву даних виконано з використанням пакету програм «SIMAGRL» [13]. Класифікацію екосистем здійснено з використанням теоретичних засад, викладених Я.П. Дідухом (2004, 2005) [3, 12]. З метою оцінки диференціації екосистем у відношенні до провідних факторів середовища використано методи синфітоіндикації, зокрема, пакет програм «SIMAGRL» [13]. Розрахунки здійснювалися на основі бази даних «ECODID» [4, 5] і еколого-фітоценотичної та флористичної інформації лабораторії “Екосистемологічного моніторингу стану довкілля” «ADEM» [9, 11, 14, 15]. Ми проводили бальну оцінку за уніфікованими шкалами, запропонованими Я.П. Дідухом [4, 5]. Для аналізу отриманих показників використовували метод непрямой ординації. Ординаційний аналіз і створення малюнків здійснено за допомогою програм MicrosoftOfficeExcel 2003 та Statistica 6.0.

**Результати дослідження та їхнє обговорення.** Незважаючи на те що традиційно пасовищами є мезофітні лучні екосистеми (E12 –код адаптованої європейської класифікації екосистем EUNIS), за певних обставин, особливо на території Полісся, регулярно випасають тварин і у інших екотопах. Зібраний нами матеріал вказує на те, що практично немає жодної природної чи частково антропогенно трансформованої екосистеми, яка постійно чи факультативно не використовувалась як пасовище.

Кожен тип пасовищних екосистем має свої характеристики продуктивності, поживності кормів, стійкості до дигресійних навантажень та свій набір ризиків для перебування в ньому тварин. Тому не завжди загальноприйняті правила і рекомендації можна застосовувати до кожного окремого прикладу.

Оскільки експериментального матеріалу по кожному типу екосистем як потенційному пасовищу може виявитися недостатньо, то корисною буде фітоіндикаційна характеристика тих факторів, які найбільше впливають на кормову якість біотопу [7]. Наші дослідження показали що ними є багаторічний показник вологості ґрунту, його загальний сольовий режим, вміст нітратів, пасовищна та рекреаційна дигресія, ступінь трансформації у тому числі антропогенної [2, 10, 12]. Опираючись на акумульовані в базі даних «ADEM» дані ми маємо змогу в достатньо високій точності визначати всі вищенаведені показники (табл.). Вони подаються в балах за універсальною шкалою) для екосистем IV рівня класифікації (домінацен) на території Полісся за результатами дослідження у 2004-2011 роках. Це дало нам змогу визначити оптимальний режим для існування пасовища, проблеми його стійкості та експлуатації його аналогів що знаходяться за межами оптимуму.

Аналізуючи взаємозалежність зміни показників різних факторів із коливаннями дигресії, ми спостерігаємо ряд відмінностей між ними. Так спостерігається значна пряма залежність між дигресією та загальним сольовим режимом і антропогенною трансформацією. Зв'язок із впливом людини виглядає цілком логічно адже пасовищна дигресія на території України практично не залежить від активності диких тварин, чисельність яких низька. Отже вона буде наслідком саме людської діяльності, тому кореляція між цими показниками  $r = 0,74$  цілком природна.

**Табл.**

**Порівняльна характеристика показників провідних факторів стійкості пасовищ.**

Код і назва екосистеми	Вологість ґрунту (Hd)			Трофічність (Tr)			Ступінь трансформації (St)			Ступінь антропогенної трансформації (He)			Вміст доступного Нітрогену (Nt)			Дигресія (De)
	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	mean
D411	12,2	14,9	13,4	7,1	7,6	7,4	0,1	1,2	0,14	7,2	10,1	8,1	6,0	6,8	6,5	11,2
D412	14,5	19,2	15,7	7,0	7,7	7,6	0,3	2,3	1,1	7,4	10,5	8,5	6,6	7,4	7,1	12,6
E111	13,0	16,2	14,4	6,6	7,6	7,0	0,8	3,3	1,6	6,5	9,2	7,7	5,2	6,8	6,0	5,8
E121	10,7	11,9	11,3	6,7	7,5	7,1	0,1	3,4	1,3	7,1	8,6	7,5	5,3	6,2	5,8	5,9

E122	10,9	11,9	10,5	5,7	6,9	6,4	0,8	3,7	2,5	7,3	9,5	8,4	5,1	5,7	5,4	12,6
E131	10,7	10,9	10,8	6,8	7,1	6,9	0,4	1,3	1,1	7,8	9,1	8,3	4,8	5,2	5,0	13,4
E211	10,4	11,7	10,7	6,6	7,6	7,1	0,3	4,8	2,6	6,7	8,6	7,4	5,0	6,5	5,6	9,6
E311	11,1	11,3	11,2	6,4	6,6	6,5	0,1	1,3	0,2	6,8	8,1	7,8	5,5	5,8	5,6	10,5
F111	10,6	12,2	11,6	3,7	5,8	4,9	0,5	4,6	3,4	7,5	9,2	8,6	3,2	4,5	3,8	11,5
F121	10,3	10,4	10,3	6,2	6,6	6,4	0,1	1,6	0,4	7,1	9,3	8,5	4,1	4,4	4,3	7,8
G111	11,1	12,1	11,9	5,9	6,7	6,3	1,6	4,9	3,6	5,4	8,7	7,6	5,3	6,1	5,7	7,3
G112	11,9	12,2	12,1	6,2	6,4	6,3	1,5	4,8	3,7	7,3	9,4	8,2	6,8	7,3	7,2	12,3
G121	13,9	15,0	14,5	6,4	6,7	6,6	1,7	4,7	3,4	7,2	9,1	8,3	5,2	6,0	5,6	13,4
G211	13,3	14,2	13,7	6,1	7,2	6,8	4,7	10,4	5,4	6,1	8,9	7,3	5,6	7,9	6,7	4,5
G221	11,6	12,4	11,9	5,1	6,2	5,5	8,4	12,2	10,1	4,3	7,9	5,9	4,1	5,4	4,9	12,8
G223	11,8	12,4	12,3	5,0	6,2	5,7	8,1	12,7	10,3	4,5	7,8	5,6	4,0	5,6	4,7	13,8
G231	12,9	13,5	13,2	5,4	7,5	6,8	4,8	10,1	5,3	6,7	8,8	7,6	5,4	6,1	5,8	15,5
G232	11,6	12,5	11,0	5,6	6,6	6,1	7,1	18,1	12,1	4,1	6,3	5,1	5,6	6,7	6,3	7,75
G233	11,5	12,1	11,7	5,9	7,1	6,5	4,3	9,3	4,9	6,9	9,8	8,7	5,2	8,2	6,8	7,25
I22	9,6	11,4	10,3	6,1	7,9	7,4	0,1	1,0	0,8	10,1	12,9	11,2	4,8	7,6	6,5	13,5
I23	12,1	14,6	13,1	7,1	8,6	7,9	0,1	0,2	0,1	10,2	15,3	12,9	6,2	6,8	6,6	9,6

*Пояснення до табл. 1.* Екосистеми: D411.береги з угрупованнями дернинних низькорослих однорічників; D412. береги з угрупованнями нітрофільних однорічників; E111. заплавні луки сформовані гігрофітами та гігромезофітами; E121. свіжі мезофітні заплавні та суходільні луки сформовані мезогігрофітами; E122. ранні стадії відновлення рослинного покриву на порубах; E131. остепнені луки сформовані мезоксерофітними видами; E211. термофільні узлісні екосистеми сформовані широкотравними видами; E311. псамофітні екосистеми з домінуванням сукулентів F111. верескові та біловусові пустища; F121. чагарничкові екосистеми з домінуванням псамофітів; G111. бузиново-вербові мезофітні чагарникові екосистеми; G112. чагарники з домінуванням нітрофілів; G121. вербові мезогігрофітні чагарники; G211. вільхові ліси; G221. соснові ліси; G223. дубові ліси; G231. прирічкові вербові ліси; G232. неморальні дубово-грабові ліси; G233. робінієві ліси; I21. рудеральні екосистеми на сильно порушених ґрунтах; I22. рудеральні екосистеми на слабо порушених ґрунтах; I23. мезофітні рудеральні екосистеми на порушених ґрунтах.

Високу залежність із трофністю легко пояснити опираючись на опубліковані у 2007 одним із авторів спільно із Я.П. Дідухом дані, у яких аналізується цей зв'язок. Оскільки загально сольовий режим є одним із факторів родючості ґрунту (в межах своїх оптимальних значень), то, як відомо, більш родючі ґрунти інтенсивніше і використовуватимуться. До того ж на території Полісся трофність не досягає свого максимуму, після якого настає зниження родючості через засолення. Отже ми спостерігатимемо лише частину ймовірних показників – від мінімальних до оптимальних, іншими словами лише зростаючу частину загального графіка. Накладання зростання трофності на зростання дигресії обумовлює високі показники кореляції цих факторів:  $r = 0,598$ .

Ступінь трансформації обернено пропорційний до пасовищної дигресії. Їхня кореляція найвища ( $r = 0,8997$ ), тому що цей показник вказує на розвиток від первинних угруповань (екосистем) до клімаксічних а дигресія навпаки. Таким чином ми можемо стверджувати, що дигресія зміщує рівновагу в екосистемах в сторону первинних екоотопів, спричиняючи порушення термодинамічної рівноваги через зростання ентропії. Це пояснює описаний Арнольдом Ньюменом (1989) процес виникнення пустель після десятирічного використання як пасовищ вирубок вологих тропічних лісів. А також це є додатковим доказом високих ризиків масового регулярного випасання тварин у лісових екосистемах, на що вказував П.С. Погребняк у своїй роботі «Общее лесоводство» (1968).

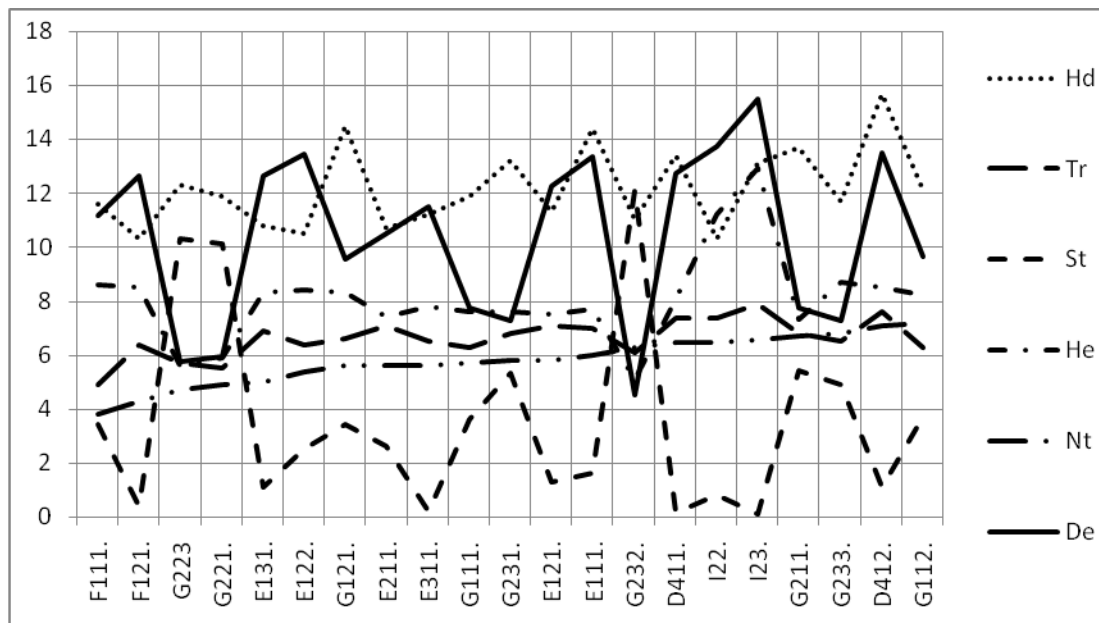


Рис. 1. Графіки зміни показників факторів середовища.

*Пояснення до рисунка 1:* По вертикальній осі бали за універсальною шкалою, по горизонтальній – екосистеми рівня домінації. Умовні позначки: Hd – вологість ґрунту; Tr – трофічність; St – ступінь трансформації; He – ступінь антропогенної трансформації; Nt – Вміст доступного Нітрогену; De – дигресія. Умовні позначки назви екосистем рівня домінації див. табл..

Складніші принципи взаємозв'язку дигресії із факторами вологості ґрунту та вмісту доступного Нітрогену. Як перший так і другий показують дуже низькі показники кореляції: для вологості  $r = 0.04$ , для вмісту Нітрогену  $r = 0.08$ . На практиці ми спостерігаємо чітко виражену залежність між вологістю, дигресією та продуктивністю пасовищ, яка не помітна на рис. 1. Для більш чіткої візуалізації взаємодії показників вологості і дегресії ми створили графік, який крім їхніх змінних уміщує ще й поліноміальну криву дегресії (рис. 2). Вона узагальнює основний тренд зміни цього фактора ігноруючи крайні коливання його показників. На цьому графіку ми спостерігаємо мінімальні значення дигресії при показниках вологості близьких до 12 балів за універсальною шкалою. Такі показники відповідають мезофітним умовам і є оптимумом для екосистем суходолу.

Оскільки вміст доступного Нітрогену (у вигляді нітратів та солей амонію) є одним із факторів родючості ґрунту, то пряма залежність із дигресією виглядає цілком логічно. Але виникає питання чому для загально сольового режиму кореляція рівна 0.598 а для вмісту Нітрогену лише 0.08. Відповідь на це питання знаходиться у зміні видового складу трав'янистої рослинності, яка відбувається при цьому. Якщо вона виходять за межі 6,0-6,3 бали, то в рослинних угрупованнях починають панувати нітрофіли, більшість із яких не привабливі для домашніх трав'яних (за винятком *Cynodon dactylon*).

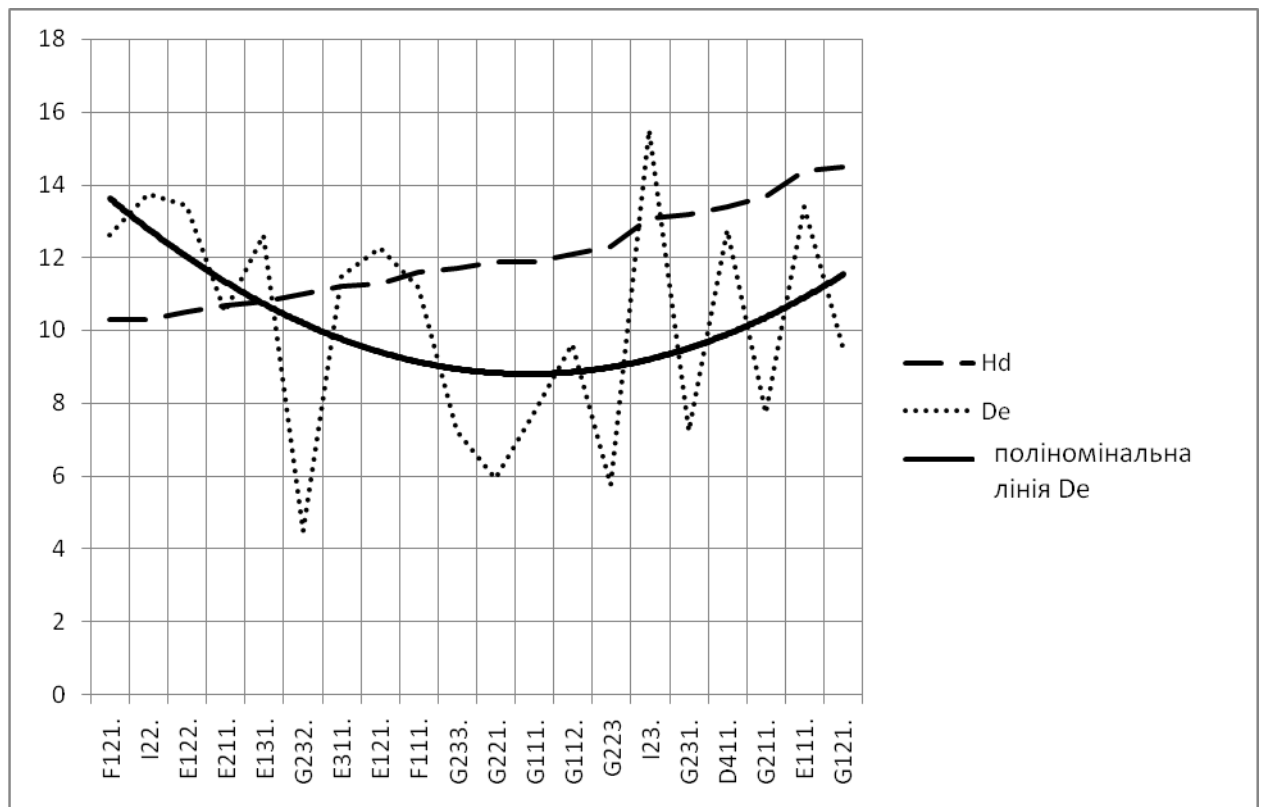


Рис. 2. Графік взаємозалежності показників пасовищної дигресії та вологості ґрунту (умовні позначки див. рис. 1 та табл.).

**Висновки.** Аналіз отриманих даних дозволяє зробити ряд висновків щодо зв'язку між стійкістю до пасовищної дигресії та визначеними методом фітоіндикації чинниками навколишнього середовища. Установлено, що рівень антропогенної трансформації та фактори родючості ґрунту прямо пропорційні до показників дегресії із достатньо високими показниками кореляції. Це обумовлено інтересом людини до високопродуктивних пасовищ на багатих ґрунтах. Тривала експлуатація таких пасовищ у зв'язку із виносом мінеральних речовин вимагатиме їхнього внесення. Однак надмірний вміст Нітрогену може спричинити зміну видового складу угіддя і зробити його непривабливим для випасання.

За показниками вологості можна робити висновок, що при оптимальних мезофітних умовах пасовищні агроєкосистеми є досить стійкими незалежно від інших факторів. Зниження чи підвищення вологості ґрунту (заболочення чи осушування) або використання пасовищ із високими чи низькими показниками цього фактору роблять екосистему менш стійкою до пасовищної дигресії.

**Перспективи подальших досліджень.** Використання фітоіндикаційного аналізу показало високу ефективність цього методу, оскільки ступінь трансформації обернено пропорційна до показників пасовищної дигресії із кореляцією  $r = 0,8997$ . Розширивши діапазон описів, у яких біоіндикаційними методами будуть встановлені елементи стійкості екосистем, ми отримаємо нагоду для переходу до надійного способу різносторонньої оцінки та прогнозу впливу людини на довкілля.

### Література.

1. Александрова В.Д. Классификация растительности: обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. – Л.: Наука, 1969. – 275 с.
2. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Кулінич Н.П. Вплив випасу жуйних тварин на екосистеми буферної зони Поліського природного заповідника. Житомир. Видавництво ЖДУ, 2010. С. 34
3. Дідух Я.П. Теоретичні підходи до створення класифікації екосистем // Укр. фітоцен. збірник. Серія С. – К., 2005. – Вип. 23. – С. 3–15.
4. Дідух Я.П. Плута П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К., 1994. – 280 с.
5. Екофлора України: в 5 т. / [за ред. Я.П. Дідуха]. – К.: Фітосоціоцентр, 2000–. – Т. 1. – 2000. – 283 с.
6. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительности сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника.. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 13-75. (в 5 т. Т.1).

7. Мазур Г., Хом'як І.В. Нові підходи до фітоіндикаційної оцінки ступеня трансформації екосистем. // Матеріали II науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2011» Житомир, Видавництво ЖДУ 2011. С. 22.
8. Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии // Избр. тр. – Т.1. – Л.: Наука, 1972. – 418 с.
9. Хом'як І.В. Використання автоматизованої бази даних екосистемологічного моніторингу для охорони біорізноманіття в Центральному Поліссі // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології: тези доповідей круглого столу (15 травня 2008 року) – Житомир : Вид-во ЖДУ, 2008. – С.124–127.
10. Хом'як І.В., Бурлака В.А Використання потенціалу екосистем утворених в результаті припинення рільництва на території Словечансько-Овруцького краю // Вісник ДАУ. – Житомир, 2005. – № 1 – С. 12–18.
11. Хом'як І., Бетке А., Мазур Г., Ішук Р., Хом'як Д., Капець Н., Некрашевич Ю. АДЕМ – нова ера екомоніторингу. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. 23 с.
12. Хом'як І.В., Хом'як О.І., Модельовання динаміки розвитку екосистеми на основі системи «класифікаційних пірамід» // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 102-103
13. Хом'як І.В., Хом'як Д.І., Нове еволюційне продовження програм екосистемологічного забезпечення – SEMARGL. // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 104-106
14. Шишкін М.О. Хом'як І.В. Застосування автоматичних баз даних для екосистемологічного моніторингу // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології: тези доповідей круглого столу (15 травня 2008 року) – Житомир : Вид-во ЖДУ 2008. – С.89–94.
15. Шишкін М.О., І.В. Хом'як Проблеми та перспективи створення автоматизованої бази даних екосистемологічного моніторингу // Сучасні проблеми екології та геотехнологій : тези VI міжнародної наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів (Житомир, 18-20 березня 2009 року) / М-во освіти і науки України, Житомирський державний технологічний університет – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2009. —С 144-145.
16. Westhoff V. E. van der Maarel The Braun-Blanquet approach // Handbook of Vegetation Science. P. V : Ordination and Classification of Vegetation. – The Hague, 1973. – P. 619–726.

В.А. Бурлака, І.В. Хомяк

Фитоиндикационный анализ стойкости природных кормовых угодий к пастбищной дегрессии

В статье рассматриваются фитоиндикационные подходы к анализу связи между факторами среды и стойкостью экосистем к пастбищной дегрессии. Определено ряд закономерностей, которые с одной стороны позволяют спрогнозировать развитие пастбища, а с другой стороны планировать мероприятия по поддержанию их стабильности.

V.A. Burlaka, I.V. Khomyak

Phytoindication analysis of resistance to natural grassland to pasture digression.

In publications are considered phytoindication approaches to analysis relationship between ecological factor by stability to pasture digression. Certain row of the regularities, which on the one hand allow to forecast development a pasture, but on the other hand plan the actions on maintenance of their stabilities.